

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10186352 A**(43) Date of publication of application: **14.07.98**

(51) Int. Cl.

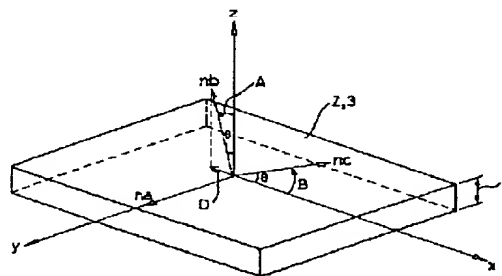
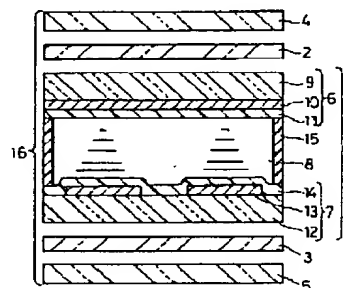
**G02F 1/1335****C09K 19/02****G02F 1/13****G09F 9/35**(21) Application number: **08343736**(71) Applicant: **SHARP CORP**(22) Date of filing: **24.12.96**(72) Inventor: **YAMAHARA, MOTOHIRO  
INOUE, IICHIRO**(54) **LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE**

## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a liquid crystal display device capable of displaying pictures of high quality by dissolving phase differences, which are to be generated in liquid crystal display elements and which correspond to visual angles and especially preventing the coloring phenomenon of a liquid crystal screen to be generated as the visual angle becomes larger effectively.

**SOLUTION:** In the liquid crystal display device, in which at least one sheet of phase difference plates 2, 3, whose refractive index anisotropy are negative ( $n_a = n_c > n_b$ ) and in which the direction of a main refractive index  $n_b$  parallel with the normal direction of a surface and the direction of the main refractive index  $n_a$  or  $n_c$  in the surface are inclined clockwise or counterclockwise around the direction of the main refractive index  $n_a$  or  $n_c$  within the surface is interposed between a liquid crystal display element 1 to be constituted by sealing a liquid crystal layer 8 in between one pair of electrode substrates 6, 7 and one pair of polarizing plates 4, 5 to be arranged on both sides of the element 1, the change of the refractive index anisotropy  $\Delta n$  of the liquid crystal material in the liquid layer 8 with respect to wavelengths of light beams is set in a range in which the coloring of the liquid crystal screen which depends on visual angles is not generated.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-186352

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月14日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>  
 G 0 2 F 1/1335  
 C 0 9 K 19/02  
 G 0 2 F 1/13  
 G 0 9 F 9/35

識別記号  
 5 1 0  
 5 0 0  
 3 2 1

F I  
 G 0 2 F 1/1335  
 C 0 9 K 19/02  
 G 0 2 F 1/13  
 G 0 9 F 9/35

5 1 0  
 5 0 0  
 3 2 1

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平8-343736

(22) 出願日 平成8年(1996)12月24日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 山原 基裕

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 井上 威一郎

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

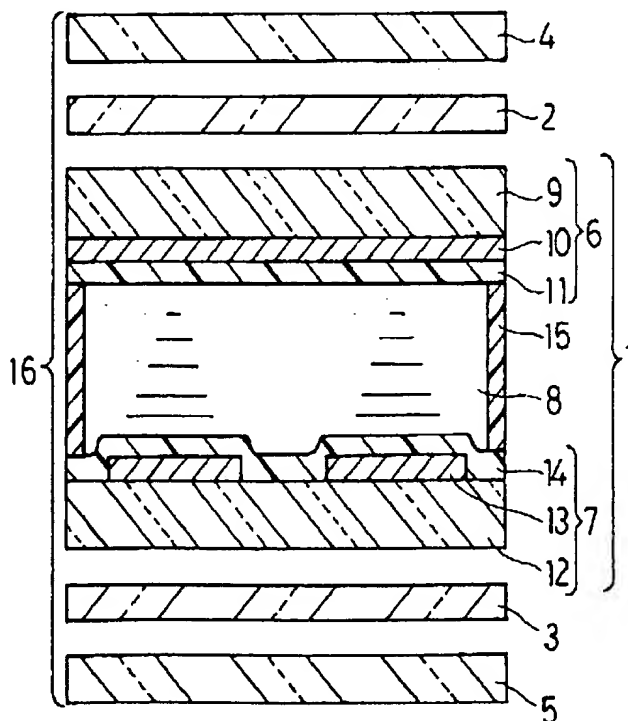
(74) 代理人 弁理士 原 謙三

## (54) 【発明の名称】 液晶表示装置

## (57) 【要約】

【課題】 液晶表示素子に生じる視角に応じた位相差を解消し、特に視角が大きくなるにつれて生じる液晶画面の着色現象を効果的に防止し、高品質の画像を表示できる液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 一対の電極基板6・7の間に液晶層8を封入することによって構成される液晶表示素子1と、液晶表示素子1の両側に配置される一対の偏光子4・5との間に、屈折率異方性が負 ( $n_x = n_y > n_z$ ) であり、表面内の主屈折率  $n_x$  または  $n_y$  の方向を軸として、表面の法線方向に平行な主屈折率  $n_z$  の方向と、表面内の主屈折率  $n_x$  または  $n_y$  の方向とが時計まわり、または反時計まわりに傾斜している位相差板2・3を少なくとも1枚介在させた液晶表示装置において、液晶層8における液晶材料の屈折率異方性  $\Delta n$  の光の波長に対する変化を、視角に依存した液晶画面の着色が発生しない範囲に設定する。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】対向する表面に透明電極層及び配向膜がそれぞれ形成された一対の透光性基板の間に液晶層を封入することによって構成される液晶表示素子と、

上記液晶表示素子の両側に配置される一対の偏光子と、  
上記液晶表示素子と上記偏光子との間に少なくとも1枚介在された位相差板であって、屈折率楕円体の3つの主屈折率 $n_x$ 、 $n_y$ 、 $n_z$ が $n_x = n_y > n_z$ という関係を有し、表面内の主屈折率 $n_x$ または $n_y$ の方向を軸として、表面の法線方向に平行な主屈折率 $n_x$ の方向と、表面内の主屈折率 $n_y$ または $n_z$ の方向とが時計まわり、または反時計まわりに傾斜することにより、上記屈折率楕円体が傾斜している位相差板とを備えた液晶表示装置において、

上記液晶表示素子に封入された液晶層における液晶材料の屈折率異方性 $\Delta n$ の光の波長に対する変化が、視角に依存した液晶画面の着色が発生しない範囲に設定されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】上記液晶層における液晶材料の、波長450nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長650nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ の差 $\Delta n(450) - \Delta n(650)$ が、0以上0.01未満の範囲に設定されていることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項3】上記液晶層における液晶材料の、波長450nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長650nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ の差 $\Delta n(450) - \Delta n(650)$ が、0以上0.0055以下の範囲に設定されていることを特徴とする請求項2に記載の液晶表示装置。

【請求項4】上記液晶層における液晶材料の、波長450nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ の比 $\Delta n(450) / \Delta n(550)$ が、1以上1.07未満の範囲に設定されていることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項5】上記液晶層における液晶材料の、波長450nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ の比 $\Delta n(450) / \Delta n(550)$ が、1以上1.05以下の範囲に設定されていることを特徴とする請求項4に記載の液晶表示装置。

【請求項6】上記液晶層における液晶材料の、波長650nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ と波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ の比 $\Delta n(650) / \Delta n(550)$ が、0.96より大きく1以下の範囲に設定されていることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項7】上記液晶層における液晶材料の、波長650nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ と波長

550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ の比 $\Delta n(650) / \Delta n(550)$ が、0.975以上1以下の範囲に設定されていることを特徴とする請求項6に記載の液晶表示装置。

【請求項8】上記液晶層における液晶材料の、波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ が、0.060より大きく0.120より小さい範囲に設定されていることを特徴とする請求項1、2、4又は6に記載の液晶表示装置。

【請求項9】上記液晶層における液晶材料の、波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ が、0.070以上0.095以下の範囲に設定されていることを特徴とする請求項8に記載の液晶表示装置。

【請求項10】全ての位相差板において、屈折率楕円体の傾斜角が15°から75°の間に設定されていることを特徴とする請求項1、2、4、6又は8に記載の液晶表示装置。

【請求項11】全ての位相差板において、主屈折率 $n_x$ と主屈折率 $n_y$ との差と、位相差板の厚さ $d$ との積 $(n_x - n_y) \times d$ が、80nmから250nmの間に設定されていることを特徴とする請求項1、2、4、6又は8に記載の液晶表示装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶表示装置に関し、特に、液晶表示素子に位相差板を組み合わせることで表示画面の視角依存性を改善する液晶表示装置に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】ネマティック液晶表示素子を用いた液晶表示装置は、従来、時計や電卓などの数値セグメント型表示装置に広く用いられていたが、最近においては、ワードプロセッサ、ノート型パーソナルコンピュータ、車載用液晶テレビなどにも用いられるようになっている。

【0003】液晶表示素子は、一般に透光性の基板を有しており、この基板上に、画素をオン・オフさせるために電極線などが形成されている。例えば、アクティブマトリクス型の液晶表示装置においては、薄膜トランジスタなどの能動素子が、液晶に電圧を印加する画素電極を選択駆動するスイッチング手段として上記の電極線とともに上記の基板上に形成されている。さらに、カラー表示を行う液晶表示装置では、基板上に赤色、緑色、青色などのカラーフィルタ層が設けられている。

【0004】上記のような液晶表示素子に用いられる液晶表示方式としては、液晶のツイスト角に応じて異なる方式が適宜選択される。例えば、アクティブ駆動型ツイストネマティック液晶表示方式（以降、TN方式と称する）や、マルチプレックス駆動型スーパーツイストネマティック液晶表示方式（以降、STN方式と称する）がよく知られている。

【0005】TN方式は、ネマティック液晶分子を $90^\circ$  捻じれた状態に配向し、その捻じれ方向にそって光を導くことにより表示を行う。STN方式は、ネマティック液晶分子のツイスト角を $90^\circ$  以上に拡大することによって、液晶印加電圧のしきい値付近での透過率が急峻に変化することを利用している。

【0006】STN方式は、液晶の複屈折効果を利用するため、色の干渉によって表示画面の背景に特有の色が付く。このような不都合を解消し、STN方式で白黒表示を行うためには、光学補償板を用いることが有効であると考えられている。光学補償板を用いた表示方式としては、ダブルスーパーツイストネマティック位相補償方式（以降、DSTN方式と称する）と、光学的異方性を有するフィルムを配置したフィルム型位相補償方式（以降、フィルム付加型方式と称する）とに大別される。

【0007】DSTN方式は、表示用液晶セルおよびこの表示用液晶セルと逆方向のツイスト角で捻じれ配向させた液晶セルを有する2層型の構造を用いている。フィルム付加型方式は、光学的異方性を有するフィルムを配置した構造を用いる。軽量性、低コスト性の観点から、フィルム付加型方式が有力であると考えられている。このような位相補償方式の採用により白黒表示特性が改善されたため、STN方式の表示装置にカラーフィルタ層を設けてカラー表示を可能にしたカラーSTN液晶表示装置が実現されている。

【0008】一方、TN方式は、ノーマリブラック方式とノーマリホワイト方式とに大別される。ノーマリブラック方式は、一対の偏光板をその偏光方向が相互に平行になるように配置して、液晶層にオン電圧を印加しない状態（オフ状態）で黒を表示する。ノーマリホワイト方式は、一対の偏光板をその偏光方向が相互に直交するように配置して、オフ状態で白色を表示する。表示コントラスト、色再現性、表示の視角依存性などの観点からノーマリホワイト方式が有力である。

【0009】ところで、上記のTN液晶表示装置においては、液晶分子に屈折率異方性 $\Delta n$ が存在していること、および、液晶分子が上下基板に対して傾斜して配向していることのために、観視者の見る方向や角度によって表示画像のコントラストが変化して、視角依存性が大きくなるという問題がある。

【0010】図10は、TN液晶表示素子31の断面構造を模式的に表したものである。この状態は中間調表示の電圧が印加され、液晶分子32がやや立ち上がっている場合を示している。このTN液晶表示素子31において、一対の基板33・34の表面の法線方向を通過する直線偏光35、および法線方向に対して傾きを持って通過する直線偏光36・37は、液晶分子32と交わる角度がそれぞれ異なっている。液晶分子32には屈折率異方性 $\Delta n$ が存在するため、各方向の直線偏光35・36・37が液晶分子32を通過すると正常光と異常光とが

発生し、これらの位相差に伴って楕円偏光に変換されることになり、これが視角依存性の発生源となる。

【0011】さらに、実際の液晶層の内部では、液晶分子32は、基板33と基板34との中間部付近と基板33または基板34の近傍とではチルト角が異なっており、また法線方向を軸として液晶分子32が $90^\circ$  捻じれている状態にある。

【0012】以上のことにより、液晶層を通過する直線偏光35・36・37は、その方向や角度によりさまざまな複屈折効果を受け、複雑な視角依存性を示すことになる。

【0013】上記の視角依存性として、具体的には、表示画面の法線方向から表示面の下方向である正視角方向に視角を傾けて行くと、ある角度以上で表示画像が着色する現象（以下、「着色現象」という）や、白黒が反転する現象（以下、「反転現象」という）が発生する。また、表示画面の上方向である反視角方向に視角を傾けて行くと、急激にコントラストが低下する。

【0014】また、上記の液晶表示装置では、表示画面が大きくなるにつれて、視野角が狭くなるという問題もある。大きな液晶表示画面を近い距離で正面方向から見ると、視角依存性の影響のため表示画面の上部と下部とで表示された色が異なる場合がある。これは表示画面全体を見る見込み角が大きくなり、表示画面をより斜めの方向から見るのと同じことになるからである。

【0015】このような視角依存性を改善するために、光学異方性を有する光学素子としての位相差板（位相差フィルム）を液晶表示素子と一方の偏光板との間に挿入することが提案されている（例えば、特開昭55-600号公報、特開昭56-97318号公報等参照）。

【0016】この方法は、屈折率異方性を有する液晶分子を通過したために直線偏光から楕円偏光へ変換された光を、屈折率異方性を有する液晶層の片側または両側に介在させた位相差板を通過させることによって、視角に生ずる正常光と異常光の位相差変化を補償して直線偏光の光に再変換し、視角依存性の改善を可能にするものである。

【0017】このような位相差板として、屈折率楕円体の1つの主屈折率方向を位相差板表面の法線方向に対して平行にしたものが、例えば特開平5-313159号公報に記載されている。しかしながら、この位相差板を用いても、正視角方向の反転現象を改善するには限界がある。

【0018】そこで、特開平6-75116号公報には、位相差板として、屈折率楕円体の主屈折率方向が位相差板の表面の法線方向に対して傾斜しているものを用いる方法が提案されている。この方法では、位相差板として次の2種類のものを用いている。

【0019】一つは、屈折率楕円体の3つの主屈折率のうち、最小の主屈折率の方向が表面に対して平行であ

り、かつ残り2つの主屈折率の一方の方向が位相差板の表面に対して $\theta$ の角度で傾斜し、他方の方向も位相差板表面の法線方向に対して同様に $\theta$ の角度で傾斜しており、この $\theta$ の値が $20^\circ \leq \theta \leq 70^\circ$ を満たしている位相差板である。

【0020】もう一つは、屈折率楕円体の3つの主屈折率 $n_x$ 、 $n_y$ 、 $n_z$ が $n_x = n_z > n_y$ という関係を有し、表面内の主屈折率 $n_x$ または $n_z$ の方向を軸として、表面の法線方向に平行な主屈折率 $n_y$ の方向と、表面内の主屈折率 $n_x$ または $n_z$ の方向とが時計まわり、または反時計まわりに傾斜している、屈折率楕円体が傾斜した位相差板である。

【0021】上記の2種類の位相差板について、前者はそれぞれ一軸性のものと二軸性のものを用いることができる。また、後者は位相差板を1枚のみ用いるだけでなく、該位相差板を2枚組み合わせ、各々の主屈折率 $n_x$ の傾斜方向が互いに $90^\circ$ の角度をなすように設定したものをを用いることができる。

【0022】このような位相差板を液晶表示素子と偏光板との間に少なくとも1枚以上介在させることによって構成される液晶表示装置では、表示画像の視角に依存して生ずるコントラスト変化、着色現象、及び反転現象をある程度まで改善することができる。

#### 【0023】

【発明が解決しようとする課題】ところが、今日のさらなる広視野角、高表示品位の液晶表示装置が望まれ状況下において、さらなる視角依存性の改善が要求されており、上記の特開平6-75116号公報で示された位相差板を用いただけでは必ずしも充分であるとは言えず、未だ改善の余地を有している。

【0024】本発明は、上記した課題に鑑みなされたもので、その目的は、上記位相差板を介在した液晶表示装置において、液晶層に用いる液晶材料の波長に対する屈折率異方性 $\Delta n$ の変化を最良な範囲に設定することで、位相差板による補償効果に加えてさらに視角依存性を改善することにある、特に着色現象を効果的に改善することにある。

#### 【0025】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、請求項1の発明に係る液晶表示装置は、対向する表面に透明電極層及び配向膜がそれぞれ形成された一対の透光性基板の間に液晶層を封入することによって構成される液晶表示素子と、上記液晶表示素子の両側に配置される一対の偏光子と、上記液晶表示素子と上記偏光子との間に少なくとも1枚介在された位相差板であって、屈折率楕円体の3つの主屈折率 $n_x$ 、 $n_y$ 、 $n_z$ が $n_x = n_z > n_y$ という関係を有し、表面内の主屈折率 $n_x$ または $n_z$ の方向を軸として、表面の法線方向に平行な主屈折率 $n_y$ の方向と、表面内の主屈折率 $n_x$ または $n_z$ の方向とが時計まわり、または反時計まわりに傾斜す

ることにより、上記屈折率楕円体が傾斜している位相差板とを備えた液晶表示装置において、上記液晶表示素子に封入された液晶層における液晶材料の屈折率異方性 $\Delta n$ の光の波長に対する変化が、視角に依存した液晶画面の着色が発生しない範囲に設定されていることを特徴としている。

【0026】上記構成によれば、直線偏光が複屈折性を有する液晶層を通過して、正常光と異常光とが発生し、これらの位相差に伴って楕円偏光に変換される場合、主屈折率 $n_x$ 、 $n_y$ 、 $n_z$ が $n_x = n_z > n_y$ という関係にあり、主屈折率 $n_y$ を含む屈折率楕円体の短軸を位相差板の表面の法線方向に対し傾斜させた位相差板を液晶層と偏光子との間に介在させれば、視角に応じて生ずる正常光と異常光との位相差変化が位相差板によって補償される。しかしながら、このような補償機能のみによっては、さらなる視角依存性の改善が要求されるなか、必ずしも充分であるとは言えない。

【0027】そこで、本願発明者らは、研究を重ねた結果、液晶層における液晶材料の屈折率異方性 $\Delta n$ の光の波長に対する変化が、特に液晶画面（表示画面）の着色に影響することを見出し、本発明を完成させるに至った。

【0028】本発明の液晶表示装置では、液晶表示素子に封入された液晶層における液晶材料の屈折率異方性 $\Delta n$ の光の波長に対する変化を、視角に依存した液晶画面の着色が発生しない範囲に設定している。これにより、画面の着色をより一層防止することが可能となった。尚、コントラスト変化や反転現象においても、位相差板の補償機能のみの場合よりも、改善することができた。

【0029】液晶材料の屈折率異方性 $\Delta n$ の光の波長に対する変化の、視角に依存した液晶画面の着色が発生しない範囲とは、具体的には、請求項2、4、又は6に記載した範囲である。

【0030】即ち、請求項2に記載したように、液晶層における液晶材料の、波長450nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長650nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ の差 $\Delta n(450) - \Delta n(650)$ を、0以上0.010未満の範囲に設定することである。

【0031】または、請求項4に記載したように、液晶層における液晶材料の、波長450nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ の比 $\Delta n(450) / \Delta n(550)$ を、1以上1.07未満の範囲に設定することである。

【0032】または、液晶層における液晶材料の、波長650nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ と波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ の比 $\Delta n(650) / \Delta n(550)$ を、0.96より大きく1以下の範囲に設定することである。

【0033】少なくとも、これらの何れかの範囲とすることで、通常の液晶表示装置にて要求される視角 $5^{\circ}$ において、若干の色付きはあるものの、どの方向から見ても十分に使用に耐えうるものとできる。

【0034】そして、視角 $7^{\circ}$ といったさらに広視野角の液晶表示装置においては、液晶材料の屈折率異方性 $\Delta n$ の光の波長に対する変化の範囲を、請求項3、5、又は7に記載した範囲とすることが好ましい。

【0035】即ち、請求項3に記載したように、液晶層における液晶材料の、波長 $450\text{ nm}$ の光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長 $650\text{ nm}$ の光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ の差 $\Delta n(450) - \Delta n(650)$ を、 $0$ 以上 $0.0055$ 以下の範囲に設定する。

【0036】または、請求項5に記載したように、液晶層における液晶材料の、波長 $450\text{ nm}$ の光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長 $550\text{ nm}$ の光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ の比 $\Delta n(450) / \Delta n(550)$ を、 $1$ 以上 $1.05$ 以下の範囲に設定する。

【0037】または、請求項7に記載したように、液晶層における液晶材料の、波長 $650\text{ nm}$ の光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ と波長 $550\text{ nm}$ の光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ の比 $\Delta n(650) / \Delta n(550)$ を、 $0.975$ 以上 $1$ 以下の範囲に設定する。

【0038】これらの何れかの範囲とすることで、広視野角の液晶表示装置にて要求される視角 $7^{\circ}$ においてあらゆる方向から見ても、全く着色現象のないものとできる。

【0039】また、請求項8に記載のように、上記した請求項1、2、4又は6の発明の液晶表示装置においては、液晶層における液晶材料の、波長 $550\text{ nm}$ の光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ を、 $0.060$ より大きく $0.120$ より小さい範囲に設定することが好ましい。

【0040】これは、可視光領域の中心領域となる波長 $550\text{ nm}$ の光に対する液晶材料の屈折率異方性 $\Delta n(550)$ が $0.060$ 以下または $0.120$ 以上の場合、視角方向によっては反転現象やコントラスト比の低下が発生することが確認されたためである。そこで、液晶材料の波長 $550\text{ nm}$ の光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ を、 $0.060$ より大きく $0.120$ より小さい範囲に設定することにより、液晶表示素子に生じる視角に対応する位相差を解消することができるため、液晶画面において、視角に依存して生じる着色現象はもちろんのこと、コントラスト変化、左右方向の反転現象等もさらに改善することができる。

【0041】この場合、さらに、請求項9に記載のように、液晶層における液晶材料の、波長 $550\text{ nm}$ の光に

対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ を、 $0.070$ 以上 $0.095$ 以下の範囲に設定することで、液晶表示素子に生じる視角に対応する位相差をより効果的に解消することができるため、液晶表示画像におけるコントラスト変化、左右方向の反転現象、着色現象を確実に改善することができる。

【0042】また、請求項10に記載のように、上記した請求項1、2、4、6又は8の発明の液晶表示装置においては、全ての位相差板において、屈折率楕円体の傾斜角が $15^{\circ}$ から $75^{\circ}$ の間に設定されていることが好ましい。

【0043】このように、液晶表示装置に介在される全ての位相差板において、屈折率楕円体の傾斜角を $15^{\circ}$ から $75^{\circ}$ の間に設定することで、前述した本発明の備えた位相差板による位相差の補償機能を確実に得ることができる。

【0044】また、請求項11に記載のように、上記した請求項1、2、4、6又は8の発明の液晶表示装置においては、全ての位相差板において、主屈折率 $n_x$ と主屈折率 $n_y$ との差と、位相差板の厚さ $d$ との積 $(n_x - n_y) \times d$ が、 $80\text{ nm}$ から $250\text{ nm}$ の間に設定されていることが好ましい。

【0045】このように、液晶表示装置に介在される全ての位相差板において、主屈折率 $n_x$ と主屈折率 $n_y$ との差と、位相差板の厚さ $d$ との積 $(n_x - n_y) \times d$ を、 $80\text{ nm}$ から $250\text{ nm}$ の間に設定することで、前述した本発明の備えた位相差板による位相差の補償機能を確実に得ることができる。

【0046】

【発明の実施の形態】本発明の実施の一形態について図1ないし図9に基づいて説明すれば、以下の通りである。

【0047】本実施の形態に係る液晶表示装置は、図1に示すように、液晶表示素子1と、一对の位相差板2・3と、一对の偏光板（偏光子）4・5とを備えている。

【0048】液晶表示素子1は、対向して配される電極基板6・7の間に液晶層8を挟む構造をなしている。電極基板6は、ベースとなるガラス基板（透光性基板）9の液晶層8側の表面にITO（インジウム錫酸化物）からなる透明電極10が形成され、その上に配向膜11が形成されている。電極基板7は、ベースとなるガラス基板（透光性基板）12の液晶層8側の表面にITOからなる透明電極13が形成され、その上に配向膜14が形成されている。

【0049】簡略化のため、図1は2画素分の構成を示しているが、液晶表示素子1の全体において、所定幅の帯状の透明電極10・13は、ガラス基板9・12のそれぞれに所定間隔をおいて配され、かつ、ガラス基板9・12間では基板面に垂直な方向から見て相互に直交するように形成されている。両透明電極10・13が交差

する部分は表示を行なう画素に相当し、これらの画素は本液晶表示装置の全体においてマトリクス状に配設されている。尚、透明電極10・13は、図示しない駆動回路により表示データに基づいた電圧が印加される。

【0050】電極基板6・7は、シール樹脂15により貼り合わされており、電極基板6・7とシール樹脂15とによって形成される空間内に液晶層8が封入されている。尚、詳細については後述するが、本液晶表示装置における液晶層8は、位相差板2・3による位相差の補償機能と最良な特性を有する組み合わせとなるように、液晶層8を構成する液晶材料にその屈折率異方性 $\Delta n$ が所定の条件を満たすようなものが選択されている。

【0051】本液晶表示装置において、上記の液晶表示素子1に位相差板2・3と偏光板（偏光子）4・5とが形成されてなるユニットが液晶セル16である。配向膜11・14は、介在する液晶分子が約 $90^\circ$ の捻じれ配向するように、予めラビング処理が施されている。図2に示すように、配向膜11のラビング方向 $R_1$ と、配向膜14のラビング方向 $R_2$ とは、互いに直交する方向に設定されている。

【0052】位相差板2・3は、液晶表示素子1とその両側に配される偏光板4・5との間にそれぞれ介在される。位相差板2・3は、透明な有機高分子からなる支持体にディスコティック液晶が傾斜配向またはハイブリッド配向され、かつ架橋されることにより形成されている。これにより、位相差板2・3における後述の屈折率楕円体が、位相差板2・3に対し傾斜するように形成される。

【0053】位相差板2・3の支持体としては、一般に偏光板によく用いられるトリアセチルセルロース（TAC）が信頼性も高く適している。それ以外では、ポリカーボネート（PC）、ポリエチレンテレフタレート（PET）などの耐環境性や耐薬品性に優れた無色透明の有機高分子フィルムが適している。

【0054】図3に示すように、位相差板2・3は、異なる3方向の主屈折率 $n_x$ ・ $n_y$ ・ $n_z$ を有している。主屈折率 $n_x$ の方向は、互いに直交座標 $x$ ・ $y$ ・ $z$ における各座標軸のうち $y$ 座標軸と方向が一致している。主屈折率 $n_y$ の方向は、位相差板2・3において画面に対応する表面に垂直な $z$ 座標軸（表面の法線方向）に対し矢印Aの方向に $\theta$ 傾いている。

【0055】位相差板2・3は、各主屈折率が $n_x = n_y > n_z$ という関係を満たしている。これにより、光学軸が1つのみ存在するので、位相差板2・3は一軸性を備え、また、屈折率異方性が負になる。位相差板2・3の第1のリタレーション値 $(n_x - n_z) \times d$ は、 $n_x = n_y$ であるため、ほぼ0 nmである。第2のリタレーション値 $(n_y - n_z) \times d$ は、80 nm～250 nmの範囲内で任意の値に設定される。第2のリタレーション値 $(n_x - n_z) \times d$ をこのような範囲内に設定する

ことで、位相差板2・3による位相差の補償機能を確実に得ることができる。尚、上記の $n_x - n_z$ および $n_y - n_z$ は屈折率異方性 $\Delta n$ を表し、 $d$ は位相差板2・3の厚みを表している。

【0056】また、位相差板2・3の主屈折率 $n_x$ が傾いている角度 $\theta$ 、即ち、屈折率楕円体の傾斜角度 $\theta$ は、 $15^\circ \leq \theta \leq 75^\circ$ の範囲内で任意の値に設定される。傾斜角度 $\theta$ をこのような範囲内に設定することで、屈折率楕円体の傾斜の方向が時計回り反時計回りに係わらず、位相差板2・3による位相差の補償機能を確実に得ることができる。

【0057】尚、位相差板2・3の配置については、位相差板2・3のうちの何れか一方のみを片側に配置した構成でも、また、位相差板2・3を片側に重ねて配置することもできる。さらに、3枚以上の位相差板を用いることもできる。

【0058】そして、図4に示すように、本液晶表示装置においては、液晶表示素子1における偏光板4・5は、その吸収軸 $AX_1$ ・ $AX_2$ が前記の配向膜11・14（図1参照）のラビング方向 $R_1$ ・ $R_2$ とそれぞれ平行となるように配置される。本液晶表示装置では、ラビング方向 $R_1$ ・ $R_2$ が互いに直交しているため、吸収軸 $AX_1$ ・ $AX_2$ も互いに直交している。

【0059】ここで、図3に示すように、位相差板2・3に異方性を与える方向に傾斜する主屈折率 $n_y$ の方向が位相差板2・3の表面に投影された方向をDと定義する。図4に示すように、位相差板2は方向D（方向 $D_1$ ）がラビング方向 $R_1$ と平行になるように配され、位相差板3は方向D（方向 $D_2$ ）がラビング方向 $R_2$ と平行になるように配される。

【0060】上記のような位相差板2・3および偏光板4・5の配置により、本液晶表示装置は、オフ時にいて光を透過して白色表示を行ういわゆるノーマリホワイト表示を行う。

【0061】一般に、液晶や位相差板（位相差フィルム）といった光学異方体においては、上記のような3次元方向の主屈折率 $n_x$ ・ $n_y$ ・ $n_z$ の異方性が屈折率楕円体で表される。屈折率異方性 $\Delta n$ は、この屈折率楕円体をどの方向から観察するかによって異なる値になる。

【0062】次に、前述した、液晶層8について詳細に説明する。前述したように、液晶層8においては、位相差板2・3による位相差の補償機能と最良な特性を有する組み合わせとなるように、液晶層8を構成する液晶材料にその屈折率異方性 $\Delta n$ が所定の条件、即ち、屈折率異方性 $\Delta n$ の光の波長に対する変化が視角に依存した液晶画面の着色が発生しない範囲に設定された液晶材料が用いられている。

【0063】具体的には、以下に示す①～③の少なくとも1つの設定範囲の条件を満たすように設計された液晶材料が注入されている。



【0064】① 液晶材料の波長450nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長650nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ の差である $\Delta n(450) - \Delta n(650)$ を、0以上0.010未満の範囲に設定する。より好ましくは、上記の $\Delta n(450) - \Delta n(650)$ を0以上0.0055以下の範囲に設定することである。

【0065】② 液晶材料の波長450nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ の比である $\Delta n(450) / \Delta n(550)$ を、1以上1.07未満の範囲に設定する。より好ましくは、上記 $\Delta n(450) / \Delta n(550)$ を1以上1.05以下の範囲に設定することである。

【0066】③ 液晶材料の波長650nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ と波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ の比である $\Delta n(650) / \Delta n(550)$ を、0.960より大きく1以下の範囲に設定する。より好ましくは、上記 $\Delta n(650) / \Delta n(550)$ を0.975以上1以下の範囲に設定することである。

【0067】このような①～③の少なくとも1つを満たすように設計された液晶材料を用いることで、位相差板2・3による位相差の補償機能による表示画面の視角に依存して生ずるコントラスト変化、反転現象、着色現象の改善のみならず、表示画面の着色現象を特に効果的に改善できる。

【0068】詳しく述べると、①～③の広い方の範囲を少なくとも1つを満たすように設計された液晶材料を用いることで、通常の液晶表示装置にて要求される視角50°において、若干の色付きはあるものの、どの方向から見ても十分に使用に耐えうるものとできる。そして、特に上記①～③におけるより好ましいとした範囲を少なくとも1つ満たすことで、視角70°でどの方向から見ても着色の一切ないものとできる。また、①～③の少なくとも1つを満たすように設計された液晶材料を用いることで、コントラスト変化、反転現象についても、位相差板2・3の補償機能のみの場合よりも改善が図れる。

【0069】そして、さらに好ましくは、上記①～③の少なくとも1つの設定範囲の条件が満たされていると共に、以下に示す④の設定範囲の条件が同時に満たされていることであり、本液晶表示装置の液晶層8においては、④の設定範囲の条件をも満たすものである。

【0070】④ 液晶材料の波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ を、0.060より大きく0.120より小さい範囲に設定する。より好ましくは、上記 $\Delta n(550)$ を、0.070以上0.095以下の範囲に設定することである。

【0071】このような④の設定条件をも満たすことで、位相差板2・3による位相差の補償機能、及び①～

③の設定範囲の条件としたことによる補償機能による視角依存性の改善に加えて、反視角方向のコントラスト比の低下、左右方向の反転現象をより一層改善することが可能となる。

【0072】図5に、本液晶表示装置における液晶層8に用いることのできる一液晶材料の、波長( $\lambda$ )に対する $\Delta n(\lambda)$ (波長-屈折率異方性 $\Delta n$ 特性)を、実線の曲線aにて示す。尚、図5には、従来の液晶表示装置における液晶層に用いられている一液晶材料の波長( $\lambda$ )に対する $\Delta n(\lambda)$ を、一点鎖線の曲線bにて比較のために示す。

【0073】曲線aと曲線bとを比べて見ることで明らかのように、本液晶表示装置の液晶層8に用いることのできる液晶材料の波長( $\lambda$ )に対する $\Delta n(\lambda)$ は、従来の液晶表示装置の液晶材料のものに比べて傾斜が緩やかで、やや右下がりのほぼ平らな状態である。

【0074】また、図6には、本液晶表示装置における液晶層8に用いることのできる他の一液晶材料の、波長( $\lambda$ )に対する $\Delta n(\lambda) / \Delta n(550)$ を、実線の曲線cにて示す。尚、図6には、従来の液晶表示装置における液晶層に用いられている他の一液晶材料の波長( $\lambda$ )に対する $\Delta n(\lambda) / \Delta n(550)$ を、一点鎖線の曲線dにて比較のために示す。

【0075】曲線cと曲線dとを比べて見ることで明らかのように、本液晶表示装置の液晶層8に用いることのできる液晶材料の波長( $\lambda$ )に対する $\Delta n(\lambda) / \Delta n(550)$ も、従来の液晶表示装置の液晶材料のものに比べて傾斜が緩やかなものとなる。

【0076】このような構成とすることで、本実施の形態の液晶表示装置では、液晶表示素子1に生じる視角に対応する位相差を位相差板2・3による補償機能と共に、液晶層8における液晶材料の波長に対する屈折率異方性 $\Delta n$ の変化を、液晶画面の着色が生じない範囲に設定することによる補償機能により、視角に依存した表示画面の着色が特に効果的に改善され、同時に、コントラスト変化、反転現象も改善され、高品質の画像を表示できる。

【0077】次に、上記のように構成される本実施の形態に係る実施例を、比較例と共に説明する。

【0078】(実施例1) 本実施例では、図1の液晶表示装置における液晶セル16の液晶層8に、波長450nmにおける屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長650nmにおける屈折率異方性 $\Delta n(650)$ との差である $\Delta n(450) - \Delta n(650)$ がそれぞれ、0、0.0030、0.0055、0.0070、0.0090に設定された液晶材料を用い、セル厚(液晶層8の厚み)を5 $\mu$ mとした、5つのサンプル#1～#5を用意した。

【0079】サンプル#1～#5における位相差板2・3としては、透明な支持体(例えば、トリアセチルセル

ローズ (TAC) 等) にディスコティック液晶を塗布し、ディスコティック液晶を傾斜配向させて架橋して形成してなる、上述の第1のリタデーション値が0 nm、上述の第2のリタデーション値が100 nmであり、主屈折率 $n_e$ の方向がxyz軸座標におけるz軸方向に対して矢印Aで示す方向に約20°となるように傾いており、同様に主屈折率 $n_e$ の方向がx軸に対して矢印Bで示す方向に約20°の角度をなしているもの(即ち、屈折率楕円体の傾斜角度 $\theta = 20^\circ$ のもの)を用いた。

【0080】また、本実施例に対する比較例として、図

視角 ( $\theta$ )	$\Delta n(450) - \Delta n(650)$ ( $\times 10^{-3}$ )					
	0	3.0	5.5	7.0	9.0	10
	#1	#2	#3	#4	#5	#100
50°	○	○	○	○	△	×
60°	○	○	○	○	×	×
70°	○	○	○	×	×	×

(表中、○：着色なし、△：使用に耐えうる程度の着色あり、×：使用に耐えない程度の着色あり)

【0083】実施例のサンプル#1～#3については、視角を70°としてどの方向から見ても着色は確認されず良好な画質であった。サンプル#4では、視角60°まではどの方向から見ても着色は確認されず良好な画質であった。サンプル#5では、視角50°にて左右方向から見た場合に若干の着色が確認されたが、使用に耐えうる程度の着色であった。

【0084】これに対し、比較例サンプル#100では、視角50°においてでさえ左右方向から見た場合に、使用に耐えない程の黄色からだいたい色の着色が確認された。

【0085】また、位相差板2・3として、透明な支持体にディスコティック液晶をハイブリッド配向させた以外は、本実施例のサンプル#1～サンプル#5、比較サンプル#100と同様のサンプル、比較サンプルについても、上記と同様の結果が得られた。

【0086】(実施例2) 本実施例では、図1の液晶表示装置における液晶セル16の液晶層8に、波長450 nmにおける屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長550

1の液晶表示装置における液晶セル16の液晶層8に、上記 $\Delta n(450) - \Delta n(650)$ が0.010の液晶材料を用いた以外は本実施例と同様の比較サンプル#100を用意した。

【0081】上記のサンプル#1～#5及び比較サンプル#100について、白色光のもと目視試験を行なった結果を表1に示す。

【0082】

【表1】

nmにおける屈折率異方性 $\Delta n(550)$ との比である $\Delta n(450) / \Delta n(550)$ がそれぞれ、1.03、1.05、1.06、1.07に設定された液晶材料を用い、セル厚(液晶層8の厚み)を5 $\mu$ mとした、5つのサンプル#6～#10を用意した。

【0087】サンプル#6～#10における位相差板2・3としては、ディスコティック液晶を傾斜配向した前述の実施例1における位相差板2・3と同様のものを用いた。

【0088】また、本実施例に対する比較例として、図1の液晶表示装置における液晶セル16の液晶層8に、上記 $\Delta n(450) / \Delta n(550)$ が、1.07の液晶材料を用いた以外は本実施例と同様の比較サンプル#101を用意した。

【0089】上記のサンプル#6～#10及び比較サンプル#101について、白色光のもと目視試験を行なった結果を表2に示す。

【0090】

【表2】

視角 ( $\theta$ )	$\Delta n(450) / \Delta n(550)$					
	1	1.03	1.05	1.06	1.065	1.07
	#6	#7	#8	#9	#10	#101
50°	○	○	○	○	△	×
60°	○	○	○	△	×	×
70°	○	○	○	×	×	×

(表中、○：着色なし、△：使用に耐えうる程度の着色あり、×：使用に耐えない程度の着色あり)

【0091】実施例のサンプル#6～#8については、視角を70°としてどの方向から見ても着色は確認されず良好な画質であった。サンプル#9では、視角50°

ではどの方向から見ても着色は確認されなかったが、視角60°においては、左右方向から見た場合に若干の着色が確認された。しかしながら、これは充分使用に耐え

うる程度の着色であった。サンプル#10では、視角50°にて左右方向から見た場合に若干の着色が確認されたが、これも使用に耐えうる程度のものであった。

【0092】これに対し、比較例サンプル#101では、視角50°においてでさえ左右方向から見た場合に、使用に耐えない程の黄色からだいたい色の着色が確認された。

【0093】また、位相差板2・3として、透明な支持体にディスコティック液晶をハイブリッド配向させた以外は、本実施例のサンプル#6～サンプル#10、比較サンプル#101と同様のサンプル、比較サンプルについても、上記と同様の結果が得られた。

【0094】（実施例3）本実施例では、図1の液晶表示装置における液晶セル16の液晶層8に、波長650nmにおける屈折率異方性 $\Delta n(650)$ と波長550nmにおける屈折率異方性 $\Delta n(550)$ との比である $\Delta n(650)/\Delta n(550)$ がそれぞれ、1、0.

980、0.975、0.970、0.965に設定された液晶材料を用い、セル厚（液晶層8の厚み）を5 $\mu$ mとした、5つのサンプル#11～#15を用意した。

【0095】サンプル#11～#15における位相差板2・3としては、ディスコティック液晶を傾斜配向した前述の実施例1における位相差板2・3と同様のものを用いた。

【0096】また、本実施例に対する比較例として、図1の液晶表示装置における液晶セル16の液晶層8に、上記 $\Delta n(650)/\Delta n(550)$ が、0.960の液晶材料を用いた以外は本実施例と同様の比較サンプル#102を用意した。

【0097】上記のサンプル#11～#15及び比較サンプル#102について、白色光のもと目視試験を行なった結果を表3に示す。

【0098】

【表3】

視角 ( $\theta$ )	$\Delta n(650)/\Delta n(550)$					
	1	0.980	0.975	0.970	0.965	0.960
	#11	#12	#13	#14	#15	#102
50°	○	○	○	○	△	×
60°	○	○	○	△	×	×
70°	○	○	○	×	×	×

（表中、○：着色なし、△：使用に耐えうる程度の着色あり、×：使用に耐えない程度の着色あり）

【0099】実施例のサンプル#11～#13については、視角を70°としてどの方向から見ても着色は確認されず良好な画質であった。サンプル#14では、視角50°ではどの方向から見ても着色は確認されなかったが、視角60°においては、左右方向から見た場合に若干の着色が確認された。しかしながら、これは充分に使用に耐えうる程度の着色であった。サンプル#15では、視角50°にて左右方向から見た場合に若干の着色が確認されたが、これも使用に耐えうる程度であった。

【0100】これに対し、比較例サンプル#102では、視角50°においてでさえ左右方向から見た場合に、使用に耐えない程の黄色からだいたい色の着色が確認された。

【0101】また、位相差板2・3として、透明な支持体にディスコティック液晶をハイブリッド配向させた以外は、本実施例のサンプル#11～サンプル#15、比較サンプル#102と同様のサンプル、比較サンプルについても、上記と同様の結果が得られた。

【0102】（実施例4）ここでは、図7に示すように、受光素子21、増幅器22および記録装置23を備えた測定系を用いて、液晶表示装置の視角依存性を測定した。液晶表示装置の液晶セル16は、前記のガラス基板9側の面16aが直交座標xyzの基準面x-yに位置するように設置されている。受光素子21は、一定の

立体受光角で受光し得る素子であり、面16aに垂直なz方向に対して角度 $\phi$ （視角）をなす方向における、座標原点から所定距離をおいた位置に配置されている。

【0103】測定時には、本測定系に設置された液晶セル16に対し、面16aの反対側の面から波長550nmの単色光を照射する。液晶セル16を透過した単色光の一部は、受光素子21に入射する。受光素子21の出力は、増幅器22で所定のレベルに増幅された後、波形メモリ、レコーダなどの記録装置23によって記録される。

【0104】本実施例では、図1の液晶セル16における液晶層8に波長550nmにおける屈折率異方性 $\Delta n(550)$ がそれぞれ、0.070、0.080、0.095に設定された液晶材料を用い、セル厚（液晶層8の厚み）を5 $\mu$ mとした3つのサンプル#16～#18を用意した。

【0105】サンプル#16～#18における位相差板2・3としては、ディスコティック液晶を傾斜配向した前述の実施例1における位相差板2・3と同様のものを用いた。

【0106】このようなサンプル#16～#18を、図7に示す測定系に設置して、受光素子21が一定の角度 $\phi$ で固定された場合の、サンプル#16～#18への印加電圧に対する受光素子21の出力レベルを測定した。

【0107】測定は、 $50^\circ$ の角度 $\phi$ となるように受光素子21を配置し、y方向が画面の上側であり、x方向が画面の左側であると仮定して、受光素子21の配置位置を上方向（反視角方向）、左方向、右方向にそれぞれ変えて行われた。

【0108】その結果を、図8（a）～（c）に示す。図8（a）～（c）は、サンプル#16～#18に印加される電圧に対する光の透過率（透過率－液晶印加電圧特性）を表したグラフである。

【0109】図8（a）が図2の上方向から測定を行った結果であり、図8（b）が図2の右方向、図8（c）が左方向から測定をそれぞれ行った結果である。

【0110】図8（a）～（c）において、それぞれ一点鎖線で示す曲線L1・L4・L7が、液晶層8に $\Delta n(550) = 0.070$ の液晶材料を用いたサンプル#16のもので、実線で示す曲線L2・L5・L8が、液晶層8に $\Delta n(550) = 0.080$ の液晶材料を用いたサンプル#17のもので、破線で示す曲線L3・L6・L9が、液晶層8に $\Delta n(550) = 0.095$ の液晶材料を用いたサンプル#18のものである。

【0111】また、実施例に対する比較例として、図1の液晶セル16における液晶層8に波長550nmにおける屈折率異方性 $\Delta n(550)$ がそれぞれ、0.060、0.120に設定された液晶材料を用いた以外は実施例と同様の2つの比較サンプル#103・#104を用意し、図7に示す測定系に設置して、本実施例と同様の方法で受光素子21が一定の角度 $\phi$ で固定された場合の比較サンプル#103・#104への印加電圧に対する受光素子21の出力レベルを測定した。

【0112】測定は、本実施例と同様に、 $50^\circ$ の角度 $\phi$ となるように受光素子21を配置し、y方向が画面の上側であり、x方向が画面の左側であると仮定して、受光素子21の配置位置を上方向、左方向、右方向にそれぞれ変えて行われた。

【0113】その結果を、図9（a）～（c）に示す。図9（a）～（c）は、比較サンプル#103・#104に印加される電圧に対する光の透過率（透過率－液晶印加電圧特性）を表したグラフである。

【0114】図9（a）が図2の上方向からの測定を行った結果であり、図9（b）が図2の右方向、図9（c）が左方向からの測定をそれぞれ行った結果である。

【0115】図9（a）～（c）において、それぞれ実線で示す曲線L10・L12・L14が、液晶層8に $\Delta n(550) = 0.060$ の液晶材料を用いた比較サンプル#103のもので、破線で示す曲線L11・L13・L15が、液晶層8に $\Delta n(550)$ が0.120の液晶材料を用いた比較サンプル#104のものである。

【0116】本実施例のサンプル#16～#18と、比較例の比較サンプル#103・#104とについて、上

方向の透過率－液晶印加電圧特性を比較した場合、図8（a）では、曲線L1・L2・L3とも電圧を高くするに伴って透過率が充分下がることが確認された。これに対して、図9（a）では、曲線L11は、図8（a）の曲線L1・L2・L3と比較して、電圧を高くしていても十分に透過率が下がっていない。また、曲線L10は、電圧を高くしていくに伴い透過率は一度低下してから再び上昇する反転現象が確認された。

【0117】同様に、サンプル#16～#18と比較サンプル#103・#104とについて、右方向の透過率－液晶印加電圧特性を比較した場合、図8（b）では、曲線L4・L5・L6とも電圧を高くしていくと透過率はほぼ0近くになるまで低下していることが確認された。また、図9（b）でも、曲線L12は電圧を高くしていくと、図5（b）と同様に透過率がほぼ0近くになるまで低下するが、曲線L13については上記の反転現象が確認された。

【0118】同様に、サンプル#16～#18と比較サンプル#103・#104とについて、左方向の場合でも右方向と同様に、図8（c）の曲線L7・L8・L9および図9（c）の曲線L14は電圧を高くしていくと、すべて透過率はほぼ0近くになるまで低下するが、図9（c）の曲線L15のみ、反転現象が確認された。

【0119】さらに、サンプル#16～#18と比較サンプル#103・#104とについて、白色光のもとで目視確認を行った。

【0120】実施例のサンプル#16～#18及び比較サンプル#103については、視角を $50^\circ$ としてどの方向から見ても、着色は確認されず良好な画質であった。これに対し、比較サンプル#104については、視角を $50^\circ$ として左右方向から見た場合に、黄色からだいたい色に着色していることが確認された。

【0121】以上の結果から、図8（a）～（c）で示したように、液晶層8に波長550nmにおける屈折率異方性 $\Delta n(550)$ がそれぞれ、0.070、0.080、0.095に設定された液晶材料を用いた場合には、電圧を印加していくと透過率は充分低下し、反転現象も見られないため、視野角が拡大し、また、着色現象もなく、液晶表示装置の表示品位が格段に向上していることがわかる。

【0122】それに対して、図9（a）～（c）で示したように、液晶層8に波長550nmにおける屈折率異方性 $\Delta n(550)$ がそれぞれ、0.060、0.120に設定された液晶材料を用いた場合には、視角依存性は十分に改善されないことがわかる。

【0123】また、位相差板2・3として、透明な支持体にディスコティック液晶をハイブリッド配向させた以外は、上記サンプル#16～#18、比較サンプル#103・#104と同様の、サンプル、比較サンプルに対しても、同様の結果が得られた。

【0124】また、上記位相差板2・3の屈折率楕円体の傾斜角度 $\theta$ を変化させて、傾斜角度 $\theta$ に対する透過率—液晶印加電圧特性の依存性を調べた結果、 $15^\circ \leq \theta \leq 75^\circ$ の範囲内であれば、位相差板2・3におけるディスコティック液晶の配向の状態に関係なく、基本的に変化しなかった。尚、上記範囲を越えた場合には、反視角方向の視野角が広がらないことが確認された。

【0125】さらに、上記位相差板2・3の第2のリタレーション値を変化させて、第2のリタレーション値に対する透過率—液晶印加電圧特性の依存性を調べた結果、第2のリタレーション値が80nm～250nmの範囲内であれば、位相差板2・3におけるディスコティック液晶の配向の状態に関係なく、基本的に変化しなかった。尚、上記範囲を越えた場合には、横方向（左右方向）の視野角が広がらないことが確認された。

【0126】また、上記比較サンプル#103・#104の目視試験の結果を基に、図1の液晶セル16における液晶層8に波長550nmにおける屈折率異方性 $\Delta n(550)$ がそれぞれ、0.065、0.100、0.115の液晶材料を用いた以外は本実施例と同様の3つのサンプル#19～#21を用意し、図7に示した測定系を用いて、本実施例と同様の方法で受光素子21が一定の角度 $\phi$ で固定された場合のサンプル#19～#21への印加電圧に対する受光素子21の出力レベルを測定した。また、それぞれ白色光のもとで目視確認を行った。

【0127】その結果、屈折率異方性 $\Delta n(550)$ を0.100としたサンプル#20、及び屈折率異方性 $\Delta n(550)$ を0.115としたサンプル#21では、角度 $\phi 50^\circ$ とした場合、左右方向において電圧を高くするとわずかに透過率の上昇が確認された。しかしながら、目視においては反転現象は生じておらず、この程度の透過率の上昇は使用に耐えうるものであった。上方向の結果においては何ら問題なかった。一方、屈折率異方性 $\Delta n(550)$ を0.065としたサンプル#19では、前述した比較サンプル#103と同様に、上方向において電圧を高くすると透過率は一度沈んで浮き上がるような曲線となったが、図9(a)に示した比較サンプル103のものに比べて透過率の上昇の度合は小さく、使用に耐えうるものであった。左右方向の結果においては何ら問題なかった。

【0128】また、目視検査においては、サンプル#20・#21では、黄色からだいたい色の若干の着色が確認されたが、問題にならない程度であった。サンプル#19では、若干ではあるが青みを呈していることが確認された。しかしながら、この程度の青みも問題にならないものであった。

【0129】また、補足として、サンプル#19と比較サンプル#103について、1V程度の電圧を印加し、液晶セル16の表面の法線方向の白表示時の透過率を測

定した。その結果、比較サンプル#103では、使用に耐えない程度の透過率の低下が見られた。これに対し、サンプル#19では、若干の透過率の低下が確認されたが、使用に耐えうる程度のものであった。

#### 【0130】

【発明の効果】以上のように、請求項1の発明に係る液晶表示装置は、対向する表面に透明電極層及び配向膜がそれぞれ形成された一対の透光性基板の間に液晶層を封入することによって構成される液晶表示素子と、上記液晶表示素子の両側に配置される一対の偏光子と、上記液晶表示素子と上記偏光子との間に少なくとも1枚介在された位相差板であって、屈折率楕円体の3つの主屈折率 $n_x$ 、 $n_y$ 、 $n_z$ が $n_x = n_y > n_z$ という関係を有し、表面内の主屈折率 $n_x$ または $n_y$ の方向を軸として、表面の法線方向に平行な主屈折率 $n_z$ の方向と、表面内の主屈折率 $n_x$ または $n_y$ の方向とが時計まわり、または反時計まわりに傾斜することにより、上記屈折率楕円体が傾斜している位相差板とを備えた液晶表示装置において、上記液晶表示素子に封入された液晶層における液晶材料の屈折率異方性 $\Delta n$ の光の波長に対する変化が、視角に依存した液晶画面の着色が発生しない範囲に設定されている構成である。

【0131】請求項2の発明に係る液晶表示装置は、請求項1の構成において、液晶層における液晶材料の、波長450nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長650nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ の差 $\Delta n(450) - \Delta n(650)$ が、0以上0.010未満の範囲に設定されている構成である。

【0132】請求項3の発明に係る液晶表示装置は、請求項2の構成において、液晶層における液晶材料の、波長450nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長650nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ の差 $\Delta n(450) - \Delta n(650)$ が、0以上0.0055以下の範囲に設定されている構成である。

【0133】請求項4の発明に係る液晶表示装置は、請求項1の構成において、液晶層における液晶材料の、波長450nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ の比 $\Delta n(450) / \Delta n(550)$ が、1以上1.07未満の範囲に設定されている構成である。

【0134】請求項5の発明に係る液晶表示装置は、請求項4の構成において、液晶層における液晶材料の、波長450nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ の比 $\Delta n(450) / \Delta n(550)$ が、1以上1.05以下の範囲に設定されている構成である。

【0135】請求項6の発明に係る液晶表示装置は、請求項1の構成において、液晶層における液晶材料の、波長650nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ と波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$

0)の比 $\Delta n(650)/\Delta n(550)$ が、0.96より大きく1以下の範囲に設定されている構成である。

【0136】請求項7の発明に係る液晶表示装置は、請求項6の構成において、液晶層における液晶材料の、波長650nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ と波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ の比 $\Delta n(650)/\Delta n(550)$ が、0.975以上1以下の範囲に設定されている構成である。

【0137】これにより、請求項1ないし請求項7の発明に係る液晶表示装置では、液晶表示素子の位相差変化を位相差板による補償機能のみの場合よりもさらに改善し、特に視角に依存した液晶画面の着色現象をより一層防止することができるので、このような位相差板と液晶表示素子を含む液晶表示装置は、反転現象や反視角方向のコントラスト比の低下、着色現象を防止することができる。

【0138】特に、請求項2、4又は6の発明に係る液晶表示装置では、通常の液晶表示装置にて要求される視角50°であらゆる方向から見た場合においても、充分に使用に耐えうる程度にまで液晶画面の着色を抑えることが可能となる。

【0139】さらに、請求項3、5又は7の発明に係る液晶表示装置では、視角70°といったさらに広視野角の液晶表示装置において、どの方向から見ても全く液晶画面の着色のない状態を実現できる。

【0140】それゆえ、上記構成は、白黒表示におけるコントラスト比が観視者の視角方向によって影響されないため、液晶表示装置の表示画像の品質が格段に向上するという効果を奏する。

【0141】また、請求項8の発明に係る液晶表示装置は、請求項1、2、4又は6の構成において、液晶層における液晶材料の、波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ が、0.060より大きく0.120より小さい範囲に設定されている構成である。

【0142】これにより、液晶表示素子に生じる視角に対応する位相差を解消することができるため、表示画面において、視角に依存して生じる着色現象はもちろんのこと、コントラスト変化、左右方向の反転現象等もさらに改善することができる。

【0143】また、請求項9の発明に係る液晶表示装置は、請求項8の構成において、液晶層における液晶材料の、波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ が、0.070以上0.095以下に範囲に設定されている構成である。

【0144】これにより、請求項8の発明に係る液晶表示装置よりも、より一層、視角に依存して生じるコントラスト変化、左右方向の反転現象等を改善することができる。

【0145】請求項10の発明に係る液晶表示装置は、請求項1、2、4、6又は8の構成において、全ての位

相差板において、屈折率楕円体の傾斜角が15°から75°の間に設定されている構成である。

【0146】このように、液晶表示装置に介在される全ての位相差板において、屈折率楕円体の傾斜角を15°から75°の間に設定することで、前述した本発明の備えた位相差板による位相差の補償機能を確実に得ることができ、視認性を確実に向上し得る。

【0147】請求項11の発明に係る液晶表示装置は、請求項1、2、4、6又は8の構成において、全ての位相差板において、主屈折率 $n_x$ と主屈折率 $n_y$ との差と、位相差板の厚さ $d$ との積 $(n_x - n_y) \times d$ が、80nmから250nmの間に設定されている構成である。

【0148】このように、液晶表示装置に介在される全ての位相差板において、主屈折率 $n_x$ と主屈折率 $n_y$ との差と、位相差板の厚さ $d$ との積 $(n_x - n_y) \times d$ を、80nmから250nmの間に設定することで、前述した本発明の備えた位相差板による位相差の補償機能を確実に得ることができ、視認性を確実に向上し得る。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態に係る液晶表示装置の構成を分解して示す断面図である。

【図2】上記液晶表示装置における配向膜のラビング方向と正視角方向との関係を示す説明図である。

【図3】上記液晶表示装置の位相差板における主屈折率を示す斜視図である。

【図4】上記液晶表示装置における偏光板および位相差板の光学的な配置を液晶表示装置の各部を分解して示す斜視図である。

【図5】上記液晶表示装置の液晶層に用いられる一液晶材料の波長に対する屈折率異方性 $\Delta n$ を示すグラフである。

【図6】上記液晶表示装置の液晶層に用いられる一液晶材料の波長に対する $\Delta n(\lambda)/\Delta n(550)$ を示すグラフである。

【図7】上記液晶表示装置の視角依存性を測定する測定系を示す斜視図である。

【図8】実施例1における液晶表示装置の透過率－液晶印加電圧特性を示すグラフである。

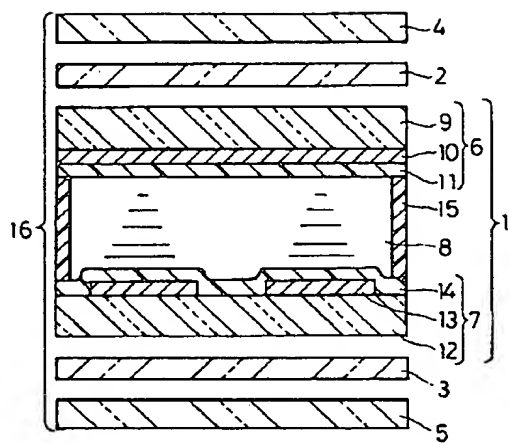
【図9】実施例1に対する比較例の液晶表示装置の透過率－液晶印加電圧特性を示すグラフである。

【図10】TN液晶表示素子における液晶分子のねじれ配向を示す模式図である。

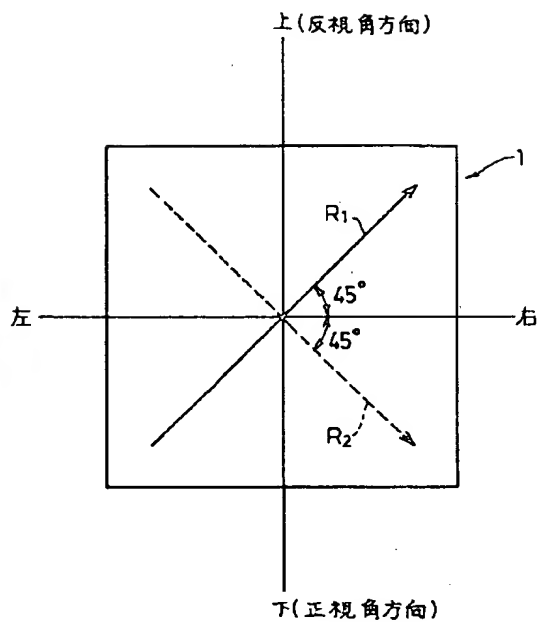
#### 【符号の説明】

- |       |              |
|-------|--------------|
| 1     | 液晶表示素子       |
| 2・3   | 位相差板         |
| 4・5   | 偏光板（偏光子）     |
| 8     | 液晶層          |
| 9・12  | ガラス基板（透光性基板） |
| 10・13 | 透明電極（透明電極層）  |

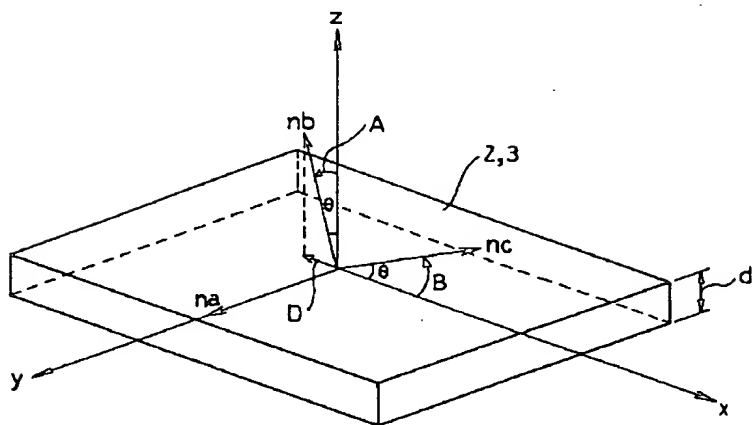
【图1】



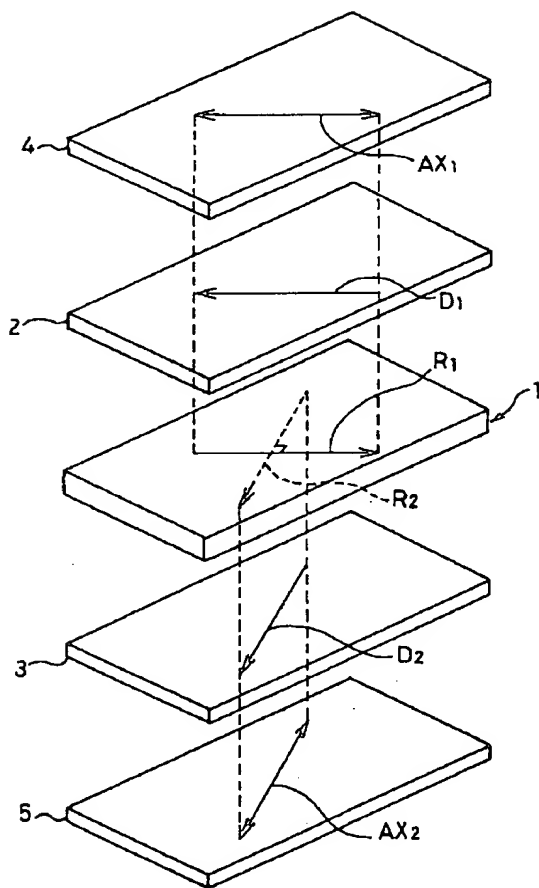
【图2】



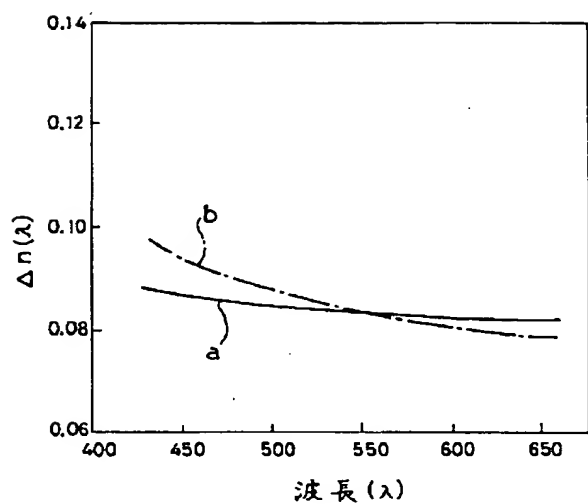
【图3】



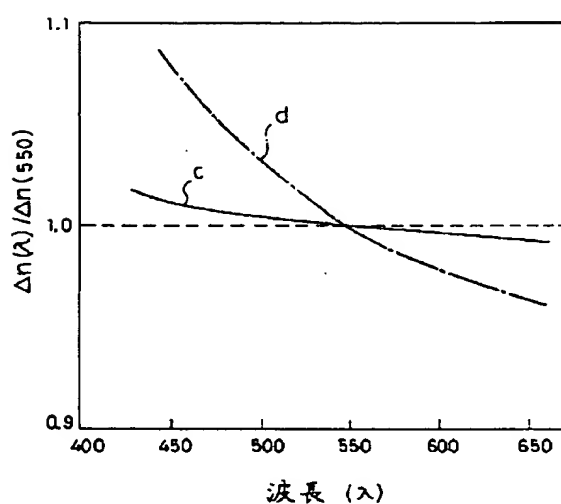
【图4】



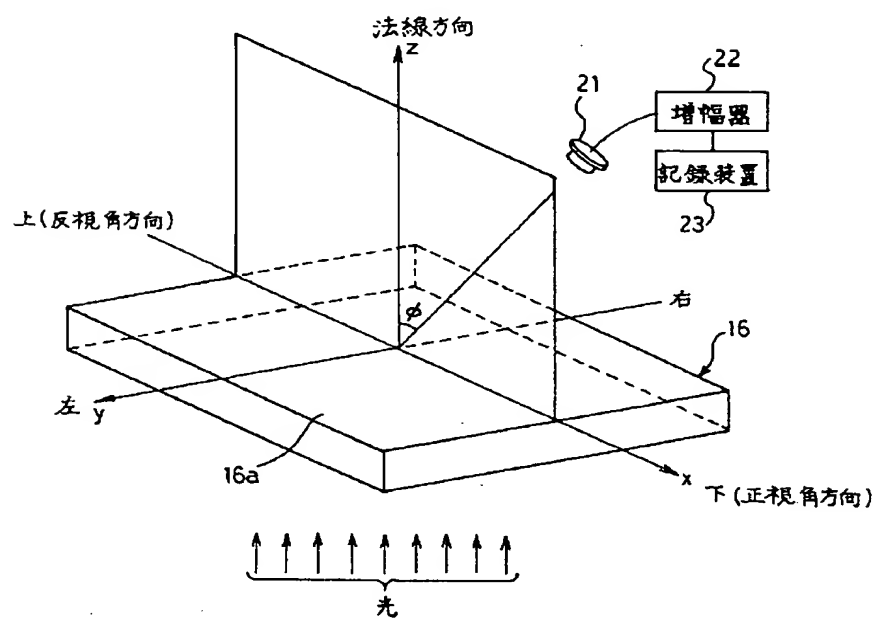
【圖 5】



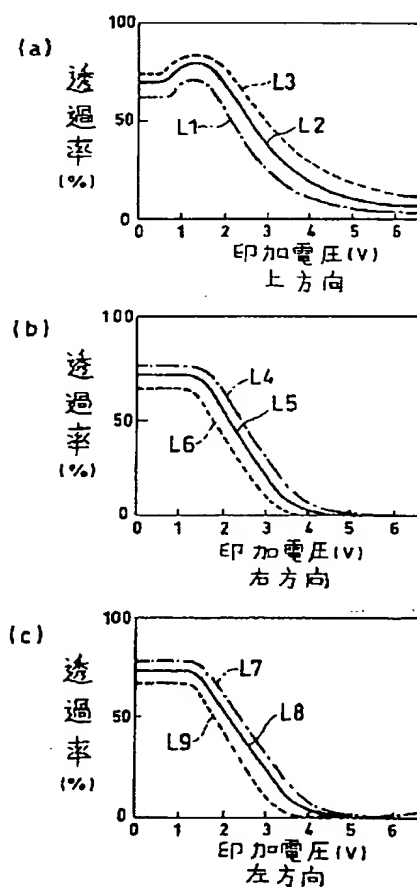
【圖 6】



【圖 7】

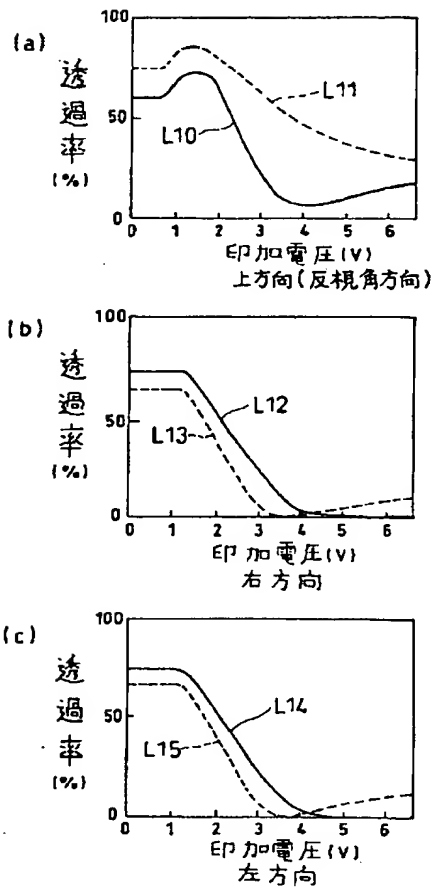


【圖 8】

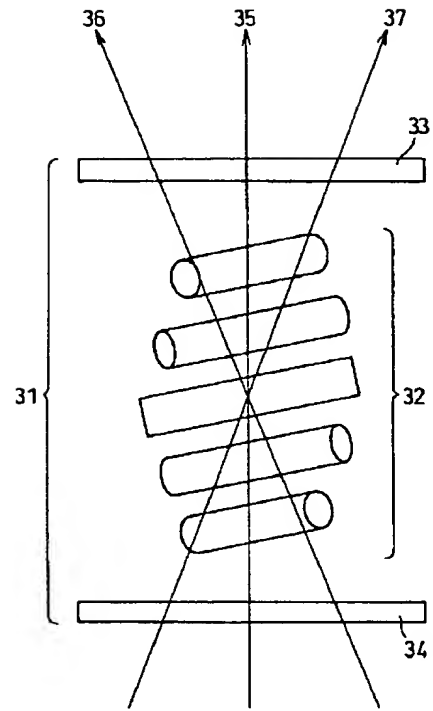




【図 9】



【図 10】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**